

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Masatomo MAIDA et al.

Application No.: To be Assigned

Group Art Unit: To be Assigned

Filed: October 24, 2003

Examiner: To be Assigned

For: CHARACTERISTIC AMOUNT CALCULATING DEVICE FOR SOLDERING
INSPECTION

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-338141

Filed: November 21, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: Oct. 24, 2003

By: 

Gene M. Garner, II
Registration No. 34,172

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

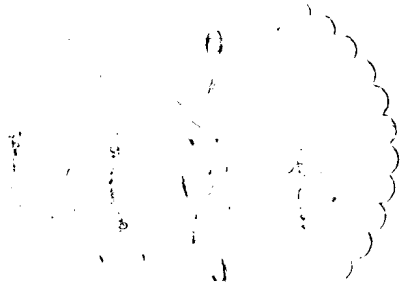
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 8 1 4 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 8 1 4 1]

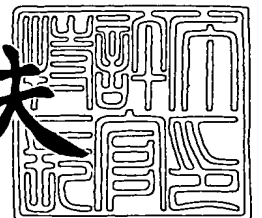
出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 7 月 1 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 5 7 0 6 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 0251419

【提出日】 平成14年11月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明の名称】 半田付け検査の特徴量算出装置

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 舞田 正朋

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 五十嵐 修三

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100075384

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松本 昂

 【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 001764

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半田付け検査の特徴量算出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半田付け検査の特徴量算出装置であって、
検査対象の設計情報を入力する設計情報入力手段と、
検査基準を入力する検査基準入力手段と、
前記設計情報に応じた半田フィレットの形状情報を算出する半田形状算出手段と、
前記半田フィレットの形状情報に基づいて検査画像を算出する検査画像算出手段と、
前記検査画像より特徴量を算出する特徴量算出手段と、
前記半田形状情報より前記検査基準を用いて半田形状の良否を判定する半田形状良否判定手段と、
前記特徴量及び良否判定結果を表示又は出力する特徴量出力手段と、
を具備したことを特徴とする半田付け検査の特徴量算出装置。

【請求項 2】 前記設計情報は部品実装位置、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置、及び設計／製造条件によらない半田基本形状を含んでおり、前記半田形状算出手段は入力された前記部品実装位置、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置、及び設計／製造条件によらない半田基本形状に基づいて複数の半田フィレットの形状情報を算出する請求項 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【請求項 3】 前記半田形状算出手段は、半田表面のフィレット曲線と、部品面における半田のぬれ上がり状態を示すぬれ上がり曲線と、ランド面における半田のぬれ広がり状態を示すぬれ広がり曲線を用いて、3次元座標データを算出する請求項 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【請求項 4】 前記検査画像算出手段は、半田フィレットの角度又は厚みの半田特徴量に対する検査画像の強度を示す検査画像取得用関数を用いて、検査画像を取得する検査画像取得手段を有する請求項 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【請求項 5】 前記特徴量出力手段は、前記特徴量及び良否判定結果に加えて、3次元座標データで示される半田形状、半田量、ぬれ量及び検査画像からなる群から選択される情報を出力する請求項 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プリント配線板に実装される部品の半田付け部の検査を行う光学式又はX線透過式の検査機に使用するための検査データ作成に使用される特徴量を算出する、半田付け検査の特徴量算出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学式又はX線透過式外観検査機による半田付け部の検査は、プリント配線板上のランドとプリント配線板に実装される部品を接合する半田に関してその接続状態を半田形状より検査し、長期信頼性を保証するために行う。

【0003】

光学式外観検査機又はX線透過式外観検査機の何れにおいても、半田の3次元形状の特徴を示す検査画像を撮像する。光学式外観検査機の場合は、プリント配線板の上部から光を照射し、半田表面からの反射光を撮像する。半田表面は鏡面反射をするため、特定方向から入射される光は特定方向に反射される。従って、検査画像は半田形状の表面の角度を示す。

【0004】

X線透過式外観検査機の場合には、プリント配線板の上部又は下部からX線を照射し、透過X線を撮像（強度検出）する。半田の厚みに対してX線の透過量が連続的に変化するため、検査画像は半田の厚みを表している。

【0005】

一般的に3次元形状の特徴を示す検査画像は、不良品及び良品の半田形状の違いを反映して、不良品と良品では異なる特徴を持つ。そこで、これらの異なる特徴量を測定し、閾値を設けて良否判定を行い検査する。特徴量とは、検査画像の

任意の領域における強度平均や、任意の強度を持つ領域の長さや面積等を指す。

【0006】

良品又は不良品の一般的な半田形状は特徴量に大きな差があるため、閾値を良品の特徴量と不良品の特徴量の間に設定することによって検査が可能となる。しかし、生成される半田形状にはばらつきがあるため、良品と不良品が似通った特徴量になる場合がある。

【0007】

この場合、設定する閾値により、実際には良品の半田形状に対して不良と判断する「見過ぎ」や、実際の不良品を良品と判断する「見逃し」が発生してしまう。

【0008】

「見過ぎ」は後工程である目視検査の回数を増やし、「見逃し」は更に後工程の直行率を悪くし、後工程の費用を増大させる原因となる。そこで、閾値の調整、検査領域の変更又は検査方法の変更等を含む検査データの調整によって、「見過ぎ」及び「見逃し」を最小化させるのが望ましい。

【0009】

検査データの調整は、良品及び不良品のあらゆる半田形状に対して、「見逃し」又は「見過ぎ」の発生状況を確認しながら行う必要がある。なぜなら、「見逃し」を無くそうとするあまり「見過ぎ」が増加する場合、もしくは「見過ぎ」を減少させることによって「見逃し」が増加する場合があるからである。

【0010】

そこで、従来は、過去の特徴量、検査画像及び目視検査の良否判定結果を収集することによって、過去に形成された半田形状に対する「見逃し」又は「見過ぎ」の発生状況を確認しながら検査データを調整していた。この場合、長期間に渡り収集された特徴量に関する情報はあらゆる半田形状に関する情報を含んでいるため、最適な検査データの調整が可能である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

従来の方法は3つの問題点を有している。第1の問題点は、半田形状に関する

長期間のデータ収集が必要であることである。従来の方法では、データ収集によってあらゆる半田形状に関する情報を得ていた。

【0012】

しかし、「見逃し」又は「見過ぎ」を発生させるような半田形状は発生頻度が低く、様々なばらつきを持つため、長期間に渡ってデータ収集をする必要があり、検査データの最適化に時間がかかるという問題がある。

【0013】

第2の問題点は、曖昧な良否判定である。「見過ぎ」又は「見逃し」の判断は、後工程の目視検査と外観検査機の良否判定結果の比較による。即ち、目視検査を正しい良否判定として、外観検査機の良否判定の評価を行う。

【0014】

ところが目視検査では、半田量や半田のぬれ性に関する検査基準に対して人が感覚的に検査するため、良否判定が曖昧となる。そのような良否判定は、検査データの最適化に対して障害になっている。

【0015】

例えば、実際の不良品が目視検査において良品と判断され、偽りの「見過ぎ」が発生する。それに対してデータ調整を行うと、「見過ぎ」を無くしたつもりが「見逃し」を発生させていたことになる。

【0016】

第3の問題点は、半田形状以外の要素による検査画像のばらつきである。検査データの調整は、良否を決定付ける半田形状に対して行うべきである。しかし、検査画像及び特徴量は半田形状に対して一意に決まらず、半田表面状態などの半田形状以外の要素によってばらつきが生じてしまう。

【0017】

それによって、半田形状による通常のばらつきの範囲外となる極めて稀な検査画像が生じる場合がある。そのような検査画像に対して検査データを調整すると、「見逃し」又は「見過ぎ」の増加を招く可能性があるため、データの調整対象から除外すべきである。しかし、そのような検査画像と通常の検査画像の区別をつけるのが難しいため、検査データの最適化を困難にする一つの原因となっている。

る。

【0018】

よって、本発明の目的は、短期間での特徴量の取得を可能にする半田付け検査の特徴量算出装置を提供することである。

【0019】

本発明の他の目的は、短期間での特徴量の取得に加えて正確な良否判定を行うことのできる半田付け検査の特徴量算出装置を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明によると、半田付け検査の特徴量算出装置であって、検査対象の設計情報を入力する設計情報入力手段と、検査基準を入力する検査基準入力手段と、前記設計情報に応じた半田フィレットの形状情報を算出する半田形状算出手段と、前記半田フィレットの形状情報に基づいて検査画面像を算出する検査画像算出手段と、前記検査画像より特徴量を算出する特徴量算出手段と、前記半田形状情報より前記検査基準を用いて半田形状の良否を判定する半田形状良否判定手段と、前記特徴量及び良否判定結果を表示又は出力する特徴量出力手段と、を具備したことを特徴とする半田付け検査の特徴量算出装置が提供される。

【0021】

設計情報は部品形状及びランド形状を含んでいる。半田形状算出手段は入力された部品形状及びランド形状に基づいて、複数の半田形状を算出する。

【0022】

好ましくは、設計情報は部品実装位置、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置、及び設計／製造条件によらない半田基本形状を含んでいる。半田形状算出手段は入力された部品実装位置、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置、及び設計／製造条件によらない半田基本形状に基づいて、複数の半田フィレットの形状を算出する。

【0023】

半田形状算出手段は、半田表面のフィレット曲線と、部品面における半田のぬれ上がり状態を示すぬれ上がり曲線と、ランド面における半田のぬれ広がり状態

を示すぬれ広がり曲線を用いて、3次元座標データを算出する。

【0024】

検査画像算出手段は、半田フィレットの角度又は厚みの半田特徴量に対する検査画像の強度を示す検査画像取得用関数を用いて、検査画像を取得する検査画像取得手段を有している。

【0025】

検査画像取得用関数は、未実装部分のランドに形成された半田フィレットの実際の検査画像を用いて、半田フィレットの角度又は厚みの半田特徴量に対する検査画像の強度を示す関数として算出される。

【0026】

好ましくは、検査基準は半田量基準、半田ぬれ上がり基準及び半田ぬれ広がり基準を含んでいる。半田形状良否判定手段は、半田量又は半田ぬれ量に関する不良範囲が指定された検査基準を用いて、仮想の半田形状に対して良否判定をする。

【0027】

特徴量出力手段は、特徴量及び良否判定結果に加えて、3次元座標データで示される半田形状、半田量、ぬれ量及び検査画像からなる群から選択される情報を出力する。好ましくは、特徴量出力手段は、特徴量に関する閾値を指定することにより、見逃し及び見過ぎとなる半田形状を表示する。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。図1は本発明の特徴量生成装置のブロック図である。

【0029】

特徴量生成装置2は設計情報を入力する設計情報入力手段4と、設計情報に基づいて複数の半田3次元形状データを出力する半田形状算出手段6と、3次元形状データから各検査機（光学式外観検査機又はX線透過式外観検査機）にしたがった検査画像を出力する検査画像算出手段8を含んでいる。

【0030】

特徴量算出装置 2 は更に、検査画像に対して各検査機の特徴量の特定方法に基づき特徴量を算出する特徴量算出装置 10 と、検査の良否判定基準となる半田量やぬれ量等の検査基準を入力する検査基準入力手段 12 と、検査基準及び 3 次元形状データから良否判定を行う半田形状良否判定手段 14 と、算出されたデータを表示又は出力し、更に閾値設定時の「見逃し」又は「見過ぎ」となる半田形状を表示又は出力する特徴量出力手段 16 を含んでいる。

【0031】

設計情報入力手段 4 は、3 次元半田形状データを生成するために必要な設計情報を入力する。設計情報は部品の実装位置、部品のリード（電極）の高さ、ランド形状、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置、及び設計／製造条件によらない半田基本形状を含んでいる。

【0032】

更に、設計情報は半田量に関する良否判定を行うために基準となる印刷される半田量を含んでいる。入力はキーボード等を操作して画面上に直接入力する場合と、データベースから入力する場合の何れでもよい。

【0033】

従来技術では半田形状に関する長期間のデータ収集が必要であったが、その原因は半田検査における「見逃し」及び「見過ぎ」を無くするためには、発生頻度の低い半田形状に関する特徴量が必要であったからである。

【0034】

従って、この発生頻度の低い半田形状を予測し、その良否判定結果及び検査画像の特徴量を得ることができれば、長期間に渡りデータ収集を行う必要がなく、製造実績を積む前にデータの調整が可能となる。

【0035】

通常の半田形状の予測には、部品のぬれ性及び半田量等の設計条件、並びにリフロー炉の温度等の製造条件を踏まえて、表面張力等を計算する必要がある。ところが、発生頻度の低い半田形状を得る為には、算出過程における様々なパラメータのばらつきを考慮する必要があり、発生頻度の低い半田形状を全て算出するのは極めて困難である。

【0036】

しかし、半田形状の表面は滑らかな曲線を描き、基本的な半田形状は決まっている。また、検査データの調整には、半田形状のばらつきの変化を知ることができればよい。ため、正確な半田形状の予測は必要ない。

【0037】

そこで、半田形状算出手段6では、基本的な半田形状を定義し、部品及びランドの形状、部品の実装位置、ぬれ上がり量、ぬれ広がり量等のばらつきに合わせて、基本的な半田形状を変形させることによって、複数種類の半田形状を算出する。

【0038】

具体的には、半田形状算出手段6は、製造におけるばらつきを考慮した場合に形成され得る半田形状の傾向を知るために、数百種類の半田形状の3次元形状データを算出する。

【0039】

ここで、製造におけるばらつきは、実装ずれ、製造又は半田材質による基本形状の違い、及び半田のぬれ状態を含んでいる。それらの数種類から数十種類のばらつき状態を定義し、全てのばらつきを組み合わせ、数百種類の3次元形状データが算出される。

【0040】

図3を参照して、3次元形状データの生成箇所について説明する。即ち、プログラムにおいて算出される3次元形状データは、図3に示すランド18の先端からリード20先端までのランド側ぬれ状態面22（x，y面）内における、半田フィレットの高さ（z軸）を表す3次元座標データである。24はリード側ぬれ状態面である。

【0041】

図2のフローチャートを参照して、3次元半田形状データの算出プログラムについて説明する。まず、ステップS1で部品実装位置、ランド形状等の設計情報を入力する。

【0042】

次いで、ステップS2に進んで設計情報より得られる正常な部品実装位置に対する複数の実装ずれ量を算出し、そのうちの一つを選択する。図3の場合は、D×Wのランド形状に対して、リード20はランド先端からLの位置に実装される。

【0043】

その正常な部品実装位置に対して、図4に示すように、ランド18の中心からの横ずれ量 α 及び実装位置Lからの縦ずれ量 β が選択される。ここで、横ずれ量 α 及び縦ずれ量 β は、良品の範囲で数種類のずれ量を選択する。通常、実装ずれは実装検査（部品本体に対する検査）にて検査されるため、半田形状は良品の範囲の実装ずれのみを考えればよい。

【0044】

次いで、ステップS3に進んで、入力された設計情報である半田材質等の違いによる半田付け後の半田の状態を、3種類の曲線を含む基本パターンを用いて表現する。

【0045】

この、基本パターンとは図5(A)～図5(C)に示される3種類の曲線の組み合わせである。この3種類の曲線は、図5(A)に示されるリード20先端からランド18先端までの形を決定するフィレット曲線と、図5(B)に示されるリード20側のぬれ状態を表す部品側ぬれ状態曲線と、図5(C)に示されるランド18のぬれ状態を表すランド側ぬれ状態曲線である。

【0046】

何れの曲線も、半田フィレットの滑らかな形状を表すのに適する4点ベジェ曲線で定義される。4点ベジェ曲線とは、下記の4点 a_n , b_n , c_n , d_n の制御点によって定義される曲線 $C_n(t)$ である。

【0047】

【数1】

$$\vec{a}_n = a_{nu}\vec{u} + a_{nv}\vec{v}, \quad \vec{b}_n = b_{nu}\vec{u} + b_{nv}\vec{v}, \quad \vec{c}_n = c_{nu}\vec{u} + c_{nv}\vec{v}, \quad \vec{d}_n = d_{nu}\vec{u} + d_{nv}\vec{v}$$

【0048】

$C_n(t)$ は下記のように定義される。

【0049】

【数2】

$$(1-t)^3 \bar{a}_n + 3t(1-t)^2 \bar{b}_n + 3t^2(1-t) \bar{c}_n + t^3 \bar{d}_n$$

【0050】

また、各基本パターンは下記のように表される。

【0051】

フィレット曲線 $F_1(u)$ は、

$$F_1(u) : C_1(t)$$

部品側ぬれ状態曲線 $F_2(u)$ は、

$$\begin{aligned} F_2(u) : C_2(t) & \cdots \cdots (0 \leq u < d_{2u}) \\ & d_{2v} \cdots \cdots (d_{2u} \leq u \leq a_{3u}) \\ & C_3(t) \cdots \cdots (a_{3u} < u \leq 1) \end{aligned}$$

ランド側ぬれ状態曲線 $F_3(u)$ は、

$$\begin{aligned} F_3(u) : C_4(t) & \cdots \cdots (0 \leq u < d_{4u}) \\ & d_{4v} \cdots \cdots (d_{4u} \leq u \leq a_{5u}) \\ & C_5(t) \cdots \cdots (a_{5u} < u \leq 1) \end{aligned}$$

尚、部品側ぬれ状態曲線 $F_2(u)$ 及びランド側ぬれ状態曲線 $F_3(u)$ は、それぞれ左右対称となる。また、各制御点はランド形状、部品形状等によって伸縮されるので、0～1の範囲とする。

【0052】

図6(A)～図6(C)はフィレット曲線の例である。半田量が増えると図6(A)～図6(C)へとその曲線を推移させる。図7(A)及び図7(B)は、部品側ぬれ状態曲線の例である。ランド側ぬれ状態曲線も図7(A)及び図7(B)に類似した曲線となる。

【0053】

本実施形態のプログラムでは、フィレット曲線は数十種類、部品側ぬれ状態曲

線及びランド側ぬれ状態曲線はそれぞれ数種類用いることとする。その際、3つの曲線の情報からなる基本パターン情報を複数通り半田形状パターン記憶部に記憶しておいてもよいが、各曲線を表現する関数と、複数種類の各曲線毎の制御点の組合わせを記憶しておき、この記憶内容を読み出して、複数通りの基本パターン情報を生成することもできる。また、外部から制御点や、関数情報を入力し、入力されたこれらのパラメータから複数通りの基本パターン情報を生成することもできる。

【0054】

次いで、図2のフローチャートにおいて、ステップS4に進んで部品側ぬれ上がり率 p 及びランド側ぬれ広がり率 q をそれぞれ選択する。例えば、予め部品側ぬれ上がり率 p 及びランド側ぬれ広がり率 q の複数の候補を記憶しておき、順にその組み合わせを選択する。

【0055】

以上説明した部品実装ずれ量、半田基本パターン及び半田ぬれ状態から3次元半田形状データが算出される。その過程を以下に詳細に説明する。

【0056】

まず、半田のぬれ上がり位置 h 及び半田のぬれ広がり位置 l を求める（図8参照）。

【0057】

$$h = p H$$

$$l = q (L + \beta)$$

ここで、 p 、 q は先に選択した半田のぬれ上がり率、半田のランドへのぬれ広がり率である。

【0058】

次に、部品側ぬれ上がり曲線 $F_Z(x)$ が、部品側ぬれ状態曲線 $F_2(u)$ 、ランド幅 W 、横ずれ量 α 及び半田のぬれ上がり位置 h より計算される。即ち、部品側ぬれ上がり曲線 $F_Z(x)$ は、ランド幅 W 及び半田ぬれ上がり位置 h に表される部品側ぬれ状態面へ、横ずれ量 α を考慮して部品側ぬれ状態曲線 $F_2(u)$ を伸縮することによって得られる。

【0059】

$$\begin{aligned}
 F_z(x) &= h F_2(x/2(W/2 + \alpha)) \cdots (0 \leq x \leq W/2 + \alpha) \\
 &= h F_2((x - (W/2 + \alpha))/2(W/2 - \alpha) + 1/2) \cdots \\
 &\cdots (W/2 + \alpha < x \leq W)
 \end{aligned}$$

次に、ランド側ぬれ広がり曲線 $F_y(x)$ が、ランド側ぬれ状態曲線 $F_3(u)$ 、ランド幅 W 及び半田ぬれ広がり位置 l に基づいて計算される。即ち、ランド側ぬれ広がり曲線 $F_y(x)$ は、ランド幅 W 及び半田ぬれ広がり位置 l に表されるランド側ぬれ状態面へ、ランド側ぬれ状態曲線 $F_3(u)$ を伸縮することによって得られる。

【0060】

$$F_y(x) = l F_3(x/W)$$

ただし、部品実装の横ずれがランド広がり曲線へ影響する場合は、部品側ぬれ上がり曲線と同様の計算を行う。この部品側ぬれ上がり曲線 $F_z(x)$ の算出及びランド側ぬれ広がり曲線 $F_y(x)$ の算出は、図2のフローチャートのステップS5で行う。

【0061】

次いで、ステップS6に進んで3次元半田形状データ $F(x, y)$ の算出を行う。3次元半田形状データ(3次元座標データ) $F(x, y)$ は、部品側ぬれ上がり曲線 $F_z(x)$ 、ランド側ぬれ広がり $F_y(x)$ 及びフィレット曲線 $F_1(u)$ を用いて、下記のように計算される。

【0062】

$$\begin{aligned}
 F(x, y) &= F_1(y/F_y(x)) F_z(x) \cdots (y < F_y(x)) \\
 &= 0 \cdots \cdots (y \geq F_y(x))
 \end{aligned}$$

上記の式は、部品側ぬれ上がり曲線 $F_z(x)$ を始点、ランド側ぬれ広がり曲線 $F_y(x)$ を終点として、フィレット曲線 $F_1(u)$ を伸縮することによって得られる3次元データである。

【0063】

図9(A)にリード部品20についての半田形状モデルの例を示す。26は計算により算出した3次元半田形状である。図9(B)にチップ部品30について

の半田形状モデルの例を示す。

【0064】

図9(B)において、28はランド、30はチップ部品、32はランド側ぬれ状態面、34は部品側ぬれ状態面をそれぞれ示す。また、36は計算により算出した3次元半田形状である。

【0065】

次いで、ステップS7に進んで半田量Vを算出する。半田量Vは以下の式により算出される。

【0066】

【数3】

$$V = \iint F(x, y) dx dy$$

【0067】

次いで、全ぬれ位置を選択したか（ステップS8）、全曲線を選択したか（ステップS9）、全ずれ量を選択したか（ステップS10）が判断され、各状態の全ての組み合わせに対して、3次元半田形状を全て算出し、ステップS11で半田形状テーブルとして出力する。

【0068】

従って、半田形状テーブルは、図10に示すように、縦ずれ量、横ずれ量、基本形状、部品側ぬれ上がり率、ランド側ぬれ広がり率、半田量及び3次元形状データから構成される。3次元形状データ及び半田量は、部品実装ずれ量（状態）、半田基本パターン及び半田ぬれ状態から算出される。

【0069】

以上を要約すると、半田形状算出手段6は、入力された部品実装位置、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置等から、複数の半田形状情報を算出する。

【0070】

半田形状算出手段6は更に、半田の中心部縦断面における表面のフィレット曲線と、部品面における半田のぬれ上がり状態を示すぬれ上がり曲線と、ランド面における半田のぬれ広がり状態を示すぬれ広がり曲線を用いて、ぬれ上がり曲線

を始点としぬれ広がり曲線を終点とするフィレット曲線により 3 次元座標データを算出する。

【0071】

再び図 1 を参照すると、検査画像算出手段 8 は、外観検査機の検査方式を選択し、半田形状テーブルの 3 次元形状データを用いて検査画像を算出する。検査方式とは、光学式又は X 線透過式の何れかである。図 11 に光学式検査の検査画像生成フローチャートを示し、図 12 に X 線透過式検査の検査画像生成フローチャートを示す。

【0072】

図 11 に示す光学式検査方式の場合には、まずステップ S 21 で製造条件を変更したか否かが判断され、肯定の場合にはステップ S 22 に進んで半田表面角度及び反射強度関数を取得する。一方、否定の場合には、ステップ S 23 に進んで図 10 に示す半田形状テーブルから 3 次元半田形状データを取得する。

【0073】

一方、X 線透過式検査の場合には、図 12 に示すフローチャートのステップ S 31 で半田形状テーブルが終了したか否かを判断する。肯定の場合には、ステップ S 32 に進んで半田の厚み及び X 線透過量関数を取得する。一方、否定の場合には、ステップ S 33 に進んで図 10 に示す半田形状テーブルから 3 次元半田形状データを取得する。

【0074】

即ち、何れの検査方式も検出強度を与える検査画像取得用関数が用いられる。光学式検査の場合は半田表面の角度と反射光の検出強度の関数であり、X 線透過式検査の場合は半田の厚みと透過 X 線の検出強度の関数である。その検出強度を実測によって算出する方法を下記に示す。

【0075】

検査画像取得用関数を得るためには、半田表面の角度（光学式検査）や半田の厚み（X 線透過式検査）といったパラメータと検出強度の関係であるため、その関数を得るためには半田形状が特定できなくてはならない。

【0076】

しかし、通常の部品とランドの間に形成される半田フィレットは、半田形状の計測が困難であるため、本発明では、未実装部分のランドに形成されるドーム状の半田フィレットを利用する。

【0077】

半田フィレットがドーム状に形成される場合、そのモデルは図13に示すような曲線で定義することができる。C₁及びC₂は楕円を表す曲線である。

【0078】

【数4】

フィレットの高さは

$$C_1: z = H\sqrt{1 - 4x^2/W^2}$$

$$C_2: z = H\sqrt{1 - 4y^2/L^2}$$

また、フィレットの角度は

$$C_1: \theta = \tan^{-1}\left(\frac{4Hx}{\sqrt{W^2 - 4x^2}}\right)$$

$$C_2: \theta = \tan^{-1}\left(\frac{4Hy}{\sqrt{L^2 - 4y^2}}\right)$$

となる。

【0079】

半田フィレットの検査画像から、軸上の検査画像の強度分布を得ることができる。光学式検査の検査画像取得用関数は、軸上のフィレットの角度と強度分布から得ることができ、X線透過式検査の検査画像取得用関数は、軸上のフィレットの高さと強度分布から得ることができる。

【0080】

図14に光学式検査の検査画像取得用関数の例を示す。横軸は半田フィレットの表面角度であり、縦軸は反射光の強度である。この例では、半田表面角度が20度～30度の間で反射光の強度が最も強くなっている。検査画像取得用関数は理論式へのフィッティングもしくは2次元座標データで表される。

【0081】

検査画像は、上記の検査画像取得用関数を用いて、半田形状算出手段 6 で得られた図 10 に示す半田形状テーブルの各半田形状に対して算出される。

【0082】

光学式の検査画像を得る場合は、3次元半田形状データより、図 15 に示すように各座標の半田フィレット表面の法線ベクトルを算出し、鉛直方向からの角度 θ を算出する（ステップ S 24）。次いで、ステップ S 25 で各座標における反射光の強度を算出し、半田形状の角度 θ と反射光の強度から検査画像を得ることができる（ステップ S 26）。

【0083】

X線透過式の検査画像を得る場合は、図 12 のステップ S 34 で 3次元半田形状データより各座標の半田フィレットの厚み h を算出する。次いで、ステップ S 35 で各座標における X線の透過量を算出し、半田形状の厚み h と X線透過量を用いて、ステップ S 36 で検査画像を取得する。

【0084】

次いで、光学式検査の場合には、ステップ S 27 で半田形状テーブルが終了したか否かを判断し、肯定の場合にはステップ S 28 に進んで検査画像テーブルを出力する。否定の場合には、ステップ S 23 ～ステップ S 26 の処理を繰り返す。

【0085】

図 12 に示す X線透過式検査の場合には、ステップ S 37 で半田形状テーブルが終了したか否かを判断し、肯定の場合にはステップ S 38 に進んで検査画像テーブルを出力する。否定の場合には、ステップ S 33 ～ステップ S 37 の処理を繰り返す。

【0086】

図 9 (A) に示すリード部品の半田形状モデル及び図 9 (B) に示すチップ部品の半田形状モデルに対して、検査画像算出プログラムを用いて得られる光学式検査画像の例を図 16 (A) 及び図 16 (B) に示し、X線透過式検査画像の例を図 17 (A) 及び図 17 (B) に示す。図 16 (A) 及び図 17 (A) はリード部品の検査画像である。図 16 (B) 及び図 17 (B) はチップ部品の検査画

像である。

【0087】

以上を要約すると、検査画像算出手段8は、半田フィレットの角度又は厚みの半田特徴量に対する検査画像の強度を示す検査画像取得用関数を用いて、検査画像を取得する検査画像取得手段を有している。

【0088】

検査画像取得用関数は、未実装部分のランドに形成された半田フィレットの実際の検査画像を用いて、半田フィレットの角度又は厚みの半田特徴量に対する検査画像の強度を示す関数として算出される。

【0089】

再び図1を参照すると、特徴量算出手段10は、検査画像算出手段8によって得られた検査画像に対して、光学式又はX線透過式の外観検査機の測定方法に従って特徴量を算出し、特徴量テーブルを生成する。特徴量算出プログラムのフローチャートを図18に示す。

【0090】

まず、ステップS41で検査画像テーブルから検査画像を取得する。次いで、ステップS42で検査画像を測定して特徴量を算出する。

【0091】

次いで、ステップS43で検査画像テーブルが終了したか否かを判断し、肯定の場合にはステップS44で図20に示すような特徴量テーブルを出力する。否定の場合には、ステップS41及びステップS42の処理を繰り返す。特徴量テーブルとは、検査画像テーブルに特徴量を加えたテーブルである。

【0092】

再び図1を参照すると、検査基準入力手段12は、半田量及び半田のぬれ性に関する検査基準を入力する手段である。半田量については、ランド先端に形成される半田形状の半田量の上限值（半田過多の閾値）及び下限値（半田不足の閾値）を入力する。

【0093】

尚、上限値及び下限値は、設計情報入力手段4にて入力された半田量に対する

割合又は半田の絶対量である。ただし、リード部品の場合は、ランド後端側に半田フィレットが形成されるため、ランド先端に形成される半田量は設計情報入力手段4で入力される半田量より少なくなることには注意する必要がある。

【0094】

半田量に関する検査基準は、半田形状からも判断することが可能であるため、半田基本パターンのフィレット曲線に対して、検査基準を設定しても構わない。

【0095】

半田のぬれ性に関する検査基準は、ぬれ上がり率、ぬれ広がり率に関する下限値を入力する。このぬれ上がり率及びぬれ広がり率は、図2に示す半田形状テーブル生成プログラムで使用されるものに対する検査基準である。

【0096】

通常は良品又は不良品の何れかに分類するための基準値を設定するが、不良の種類を数種類定義（不良品度を定義）し、不良状態を数種類定義することも可能である。例えば、完全な不良、良品に近い不良、良品といった3種類に分類する。

【0097】

この不良度を定義することにより、多くの見過ぎを減らすために少しの見逃しが生じてしまうといった状況下において、見逃される不要がどの程度の不良か知ることができる。つまり、不良の検出率、見過ぎ、見逃しの全てを考慮した最適なデータ設定が可能となる。

【0098】

再び図1を参照すると、半田形状良否判定手段14は、検査基準入力手段12で入力された検査基準を用いて、半田形状算出手段6にて生成される各半田形状の良否を判定する。その良否判定フローチャート図19に示す。

【0099】

まず、ステップS51でぬれ上がり位置基準、ぬれ広がり位置基準及び半田基準を取得する。次いで、ステップS52に進んで半田形状テーブルから3次元半田形状データを取得する。

【0100】

次いで、ステップ S 5 3 に進んで半田量に関する検査基準と半田量又は基本形状パターンを比較し、半田量に関する良否判定を行う。次に、ステップ S 5 4 でぬれに関する検査基準とぬれ上がり率又はぬれ広がり率を比較し、ぬれ量に関する良否判定を行う。

【0101】

ステップ S 5 5 で図 10 に示す半田形状テーブルの全てのデータについて終了したか否かを判断し、否定の場合にはステップ S 5 2 ～ S 5 4 の処理を繰り返す。

【0102】

ステップ S 5 5 の判断が肯定の場合には、ステップ S 5 6 に進んで図 20 に示すような良否判定テーブルを出力する。尚、不良品度を定義した場合には不良品度数が出力される。

【0103】

即ち、半田形状良否判定手段 1 4 は、半田量又は半田ぬれ量に関する不良範囲が否定された検査基準を用いて、仮想の半田形状に対して良否判定をする。好ましくは、半田形状良否判定手段 1 4 は、不良の度合に応じて不良を複数にランク分けする。

【0104】

再び図 1 を参照すると、特徴量出力手段 1 6 は図 10 に示す半田形状テーブル及び図 20 に示す検査画像テーブル、特徴量テーブル及び良否判定テーブルを出力する手段である。

【0105】

特徴量テーブルの各計測値についてそれぞれ閾値を設定することによって、見逃しや見過ぎになる半田形状を確認しながら、検査データの調整を行うことができる。

【0106】

光学式又は X 線透過式の外観検査機にこのようにして得られた各計測値についての閾値を入力することにより、外観検査機で行う半田付け検査の精度を向上することができる。

【0107】

本発明は以下の付記を含むものである。

【0108】

(付記1) 半田付け検査の特徴量算出装置であって、
検査対象の設計情報を入力する設計情報入力手段と、
検査基準を入力する検査基準入力手段と、
前記設計情報に応じた半田フィレットの形状情報を算出する半田形状算出手段と、
前記半田フィレットの形状情報に基づいて検査画面像を算出する検査画像算出手段と、
前記検査画像より特徴量を算出する特徴量算出手段と、
前記半田形状情報より前記検査基準を用いて半田形状の良否を判定する半田形状良否判定手段と、
前記特徴量及び良否判定結果を表示又は出力する特徴量出力手段と、
を具備したことを特徴とする半田付け検査の特徴量算出装置。

【0109】

(付記2) 前記設計情報は部品形状及びランド形状を含んでおり、前記半田形状算出手段は入力された前記部品形状及びランド形状に基づいて複数の半田形状情報を算出する付記1記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0110】

(付記3) 前記設計情報は部品実装位置、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置、及び設計／製造条件によらない半田基本形状を含んでおり、前記半田形状算出手段は入力された前記部品実装位置、半田ぬれ上がり位置、半田ぬれ広がり位置、及び設計／製造条件によらない半田基本形状に基づいて複数の半田フィレットの形状情報を算出する付記1記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0111】

(付記4) 前記半田形状算出手段は、半田の表面のフィレット曲線と、部品面における半田のぬれ上がり状態を示すぬれ上がり曲線と、ランド面における半田のぬれ広がり状態を示すぬれ広がり曲線を用いて、3次元座標データを算出す

る付記 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0112】

(付記 5) 前記検査画像算出手段は、半田フィレットの角度又は厚みの半田特徴量に対する検査画像の強度を示す検査画像取得用関数を用いて、検査画像を取得する検査画像取得手段を有する付記 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0113】

(付記 6) 前記検査画像取得用関数は、未実装部分のランドに形成された半田フィレットの実際の検査画像を用いて、半田フィレットの角度又は厚みの半田特徴量に対する検査画像の強度を示す関数として算出される付記 5 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0114】

(付記 7) 前記検査基準は半田量基準、半田ぬれ上がり基準及び半田ぬれ広がり基準を含んでいる付記 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0115】

(付記 8) 前記半田形状良否判定手段は、半田量又は半田ぬれ量に関する不良範囲が指定された検査基準を用いて、仮想の半田形状に対して良否判定をする付記 7 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0116】

(付記 9) 前記半田形状良否判定手段は、不良の度合に応じて不良を複数にランク分けする付記 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0117】

(付記 10) 前記特徴量出力手段は、前記特徴量及び良否判定結果に加えて、3次元座標データで示される半田形状、半田量、ぬれ量及び検査画像からなる群から選択される情報を出力する付記 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0118】

(付記 11) 前記特徴量出力手段は、特徴量に関する閾値を指定することにより、見逃し及び見過ぎとなる半田形状を表示する付記 1 記載の半田付け検査の特徴量算出装置。

【0119】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によると、設計時に与えられた情報に基づいて、部品実装ずれ、半田ぬれ性及び半田量のばらつきが生じた場合の、半田形状の変化が分かる複数の半田形状情報と、それに付随する検査画像、良否判定結果及び特徴量を得ることができる。

【0120】

従って、従来は検査データの調整をするために長期間に渡る特徴量又は検査画像の収集が必要であったが、検査データの調整のための特徴量を迅速に得ることができる。

【0121】

また、従来は検査データ調整を曖昧にさせる人の曖昧な良否判断が問題であったが、本発明によって検査基準に従った正確な良否判定が可能となる。更に、半田形状以外の半田表面状態等の要素によるばらつきを無視したことにより、それによる極めて稀な検査画像を無視した特徴量を得られる。

【0122】

本発明に付随する効果として、第1に不良度を定義して不良をランク付けすることによって、データ調整時に検出したい不良ランクを絞り込み、不良検出率、見過ぎ及び見逃しのコントロールが可能である。

【0123】

第2に見逃し又は見過ぎとなる半田形状を確認しながらデータの調整が可能となる。第3に半田材質等の製造条件等が変わっても、検査画像取得用関数を変えるだけで、容易にデータを再調整するための特徴量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の特徴量生成装置のブロック図である。

【図2】

半田形状テーブル生成フローチャートである。

【図3】

3次元半田形状データの生成箇所を示す図である。

【図4】

3次元半田形状データの実装ずれを説明する図である。

【図5】

図5 (A) はフィレット曲線を示す図、図5 (B) は部品側ぬれ状態曲線を示す図、図5 (C) はランド側ぬれ状態曲線を示す図である。

【図6】

図6 (A) ～図6 (C) はフィレット曲線の例を示す図である。

【図7】

図7 (A) 及び図7 (B) は部品側ぬれ状態曲線の例を示す図である。

【図8】

3次元半田形状モデルの計算方法を説明する図である。

【図9】

図9 (A) はリード部品の半田形状モデルの一例を示す図、図9 (B) はチップ部品の半田形状モデルの一例を示す図である。

【図10】

半田形状テーブルの出力例を示す図である。

【図11】

光学式検査の検査画像生成フローチャートである。

【図12】

X線透過式検査の検査画像生成フローチャートである。

【図13】

未実装箇所の形状を示す図である。

【図14】

光学式検査の検査画像取得用関数の一例を示す図である。

【図15】

光学式検査の検査画像の生成方法を説明する図である。

【図16】

図16 (A) はリード部品についての光学式検査の検査画像例であり、図16

(B) はチップ部品についての光学式検査の検査画像例である。

【図 17】

図 17 (A) はリード部品についての X 線透過式検査の検査画像例であり、図 17 (B) はチップ部品についての X 線透過式検査の検査画像例である。

【図 18】

特徴量算出フローチャートである。

【図 19】

良否判定フローチャートである。

【図 20】

検査画像テーブル、特徴量テーブル及び良否判定テーブルの出力例を示す図である。

【符号の説明】

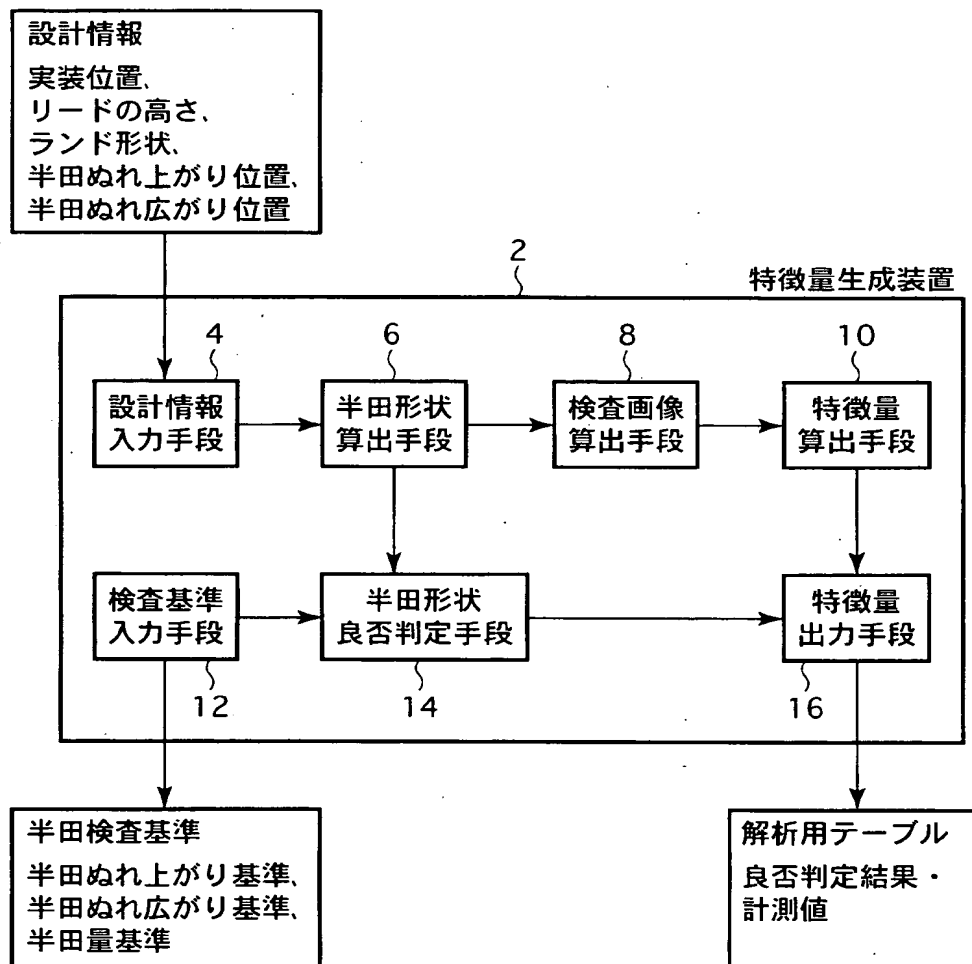
- 2 特徴量算出装置
- 4 設計情報入力手段
- 6 半田形状算出手段
- 8 検査画像算出手段
- 10 特徴量算出手段
- 12 検査基準入力手段
- 14 半田形状良否判定手段
- 16 特徴量出力手段
- 18 ランド
- 20 リード
- 22 ランド側ぬれ状態面
- 24 リード側ぬれ状態面
- 26 3次元半田形状
- 28 ランド
- 30 チップ部品
- 32 ランド側ぬれ状態面
- 34 部品側ぬれ状態面

3 6 3 次元半田形状

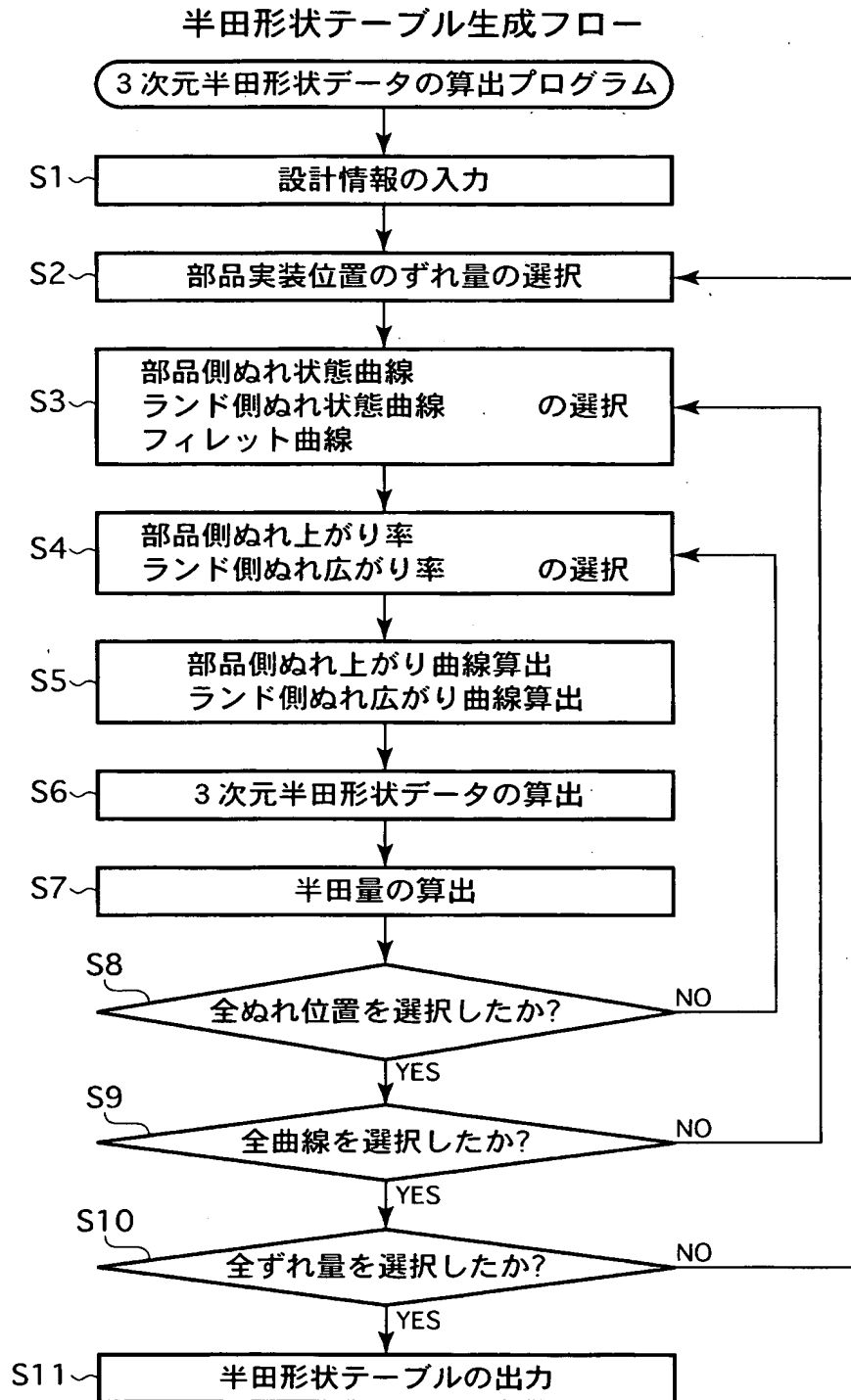
【書類名】 図面

【図 1】

特徴量生成装置のブロック図

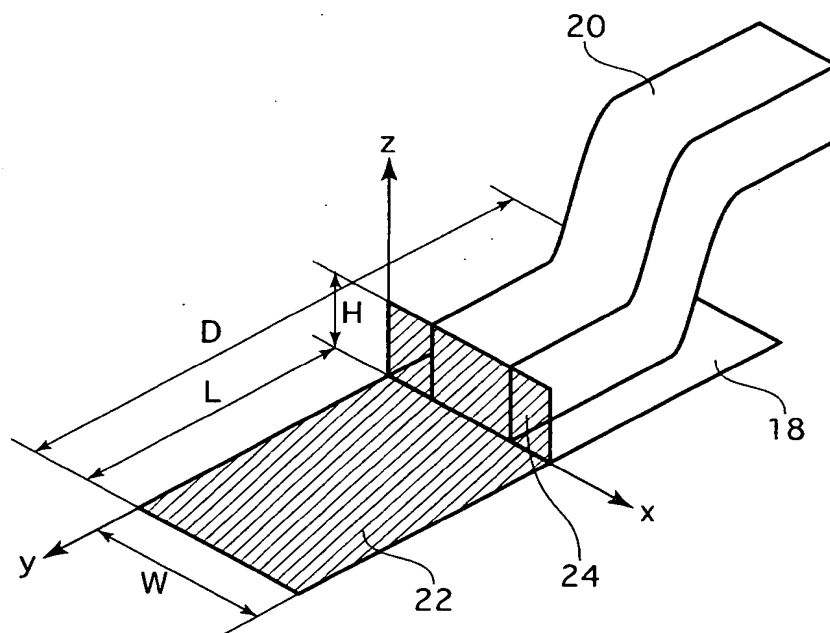


【図 2】



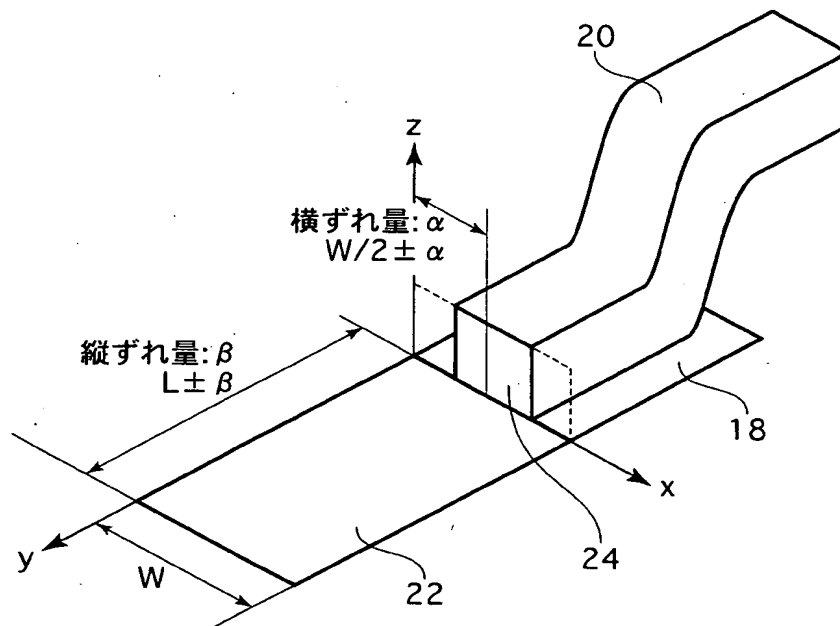
【図 3】

3次元形状データの生成個所



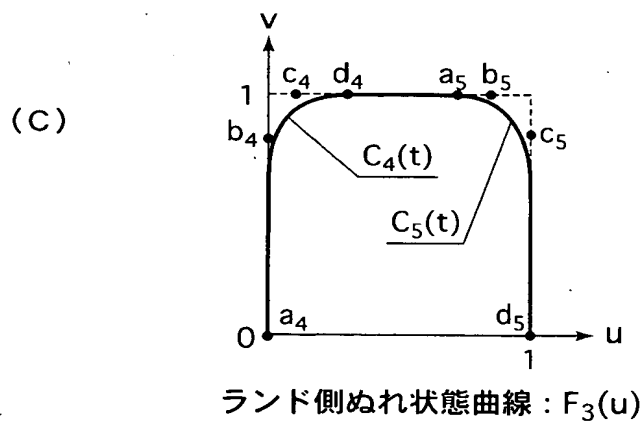
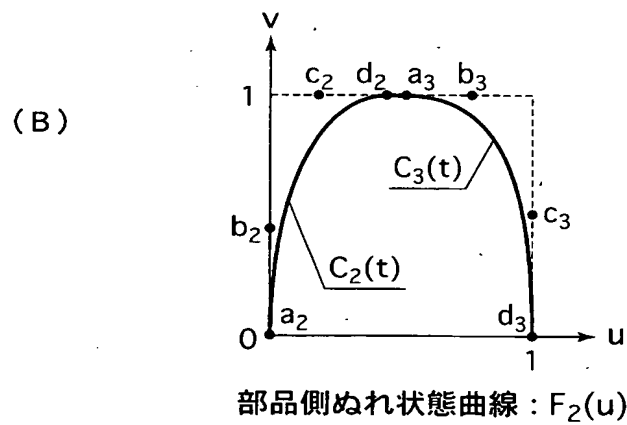
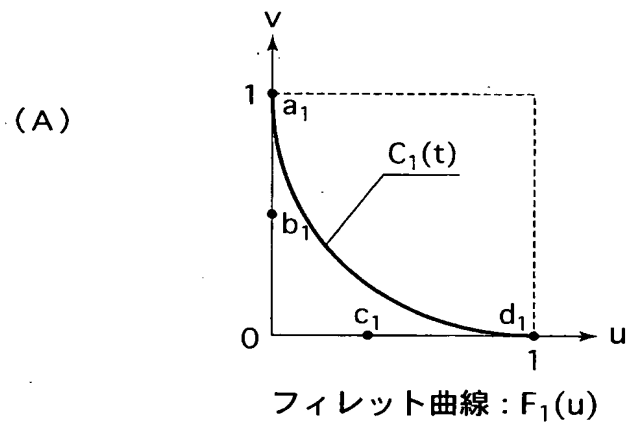
【図 4】

3次元形状データの実装ずれ定義



【図 5】

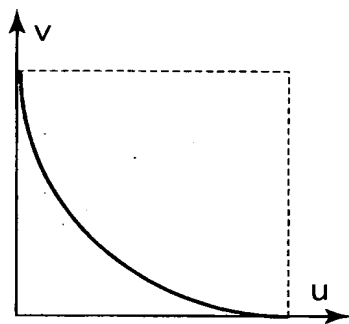
3次元形状データの基本パターン



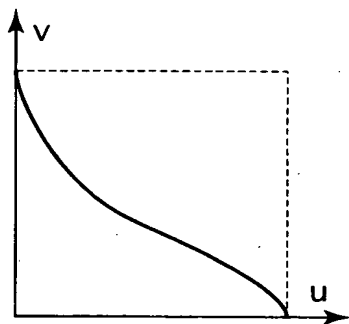
【図 6】

フィレット曲線例

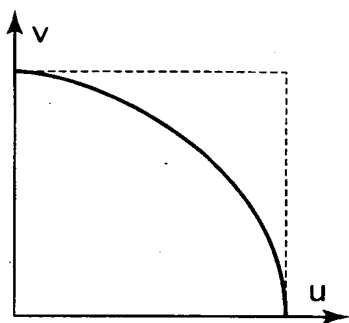
(A)



(B)



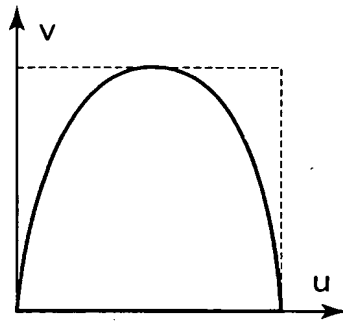
(C)



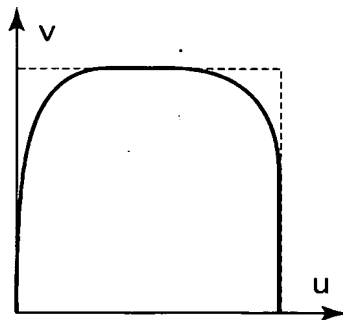
【図 7】

部品(ランド)側ぬれ状態曲線例

(A)

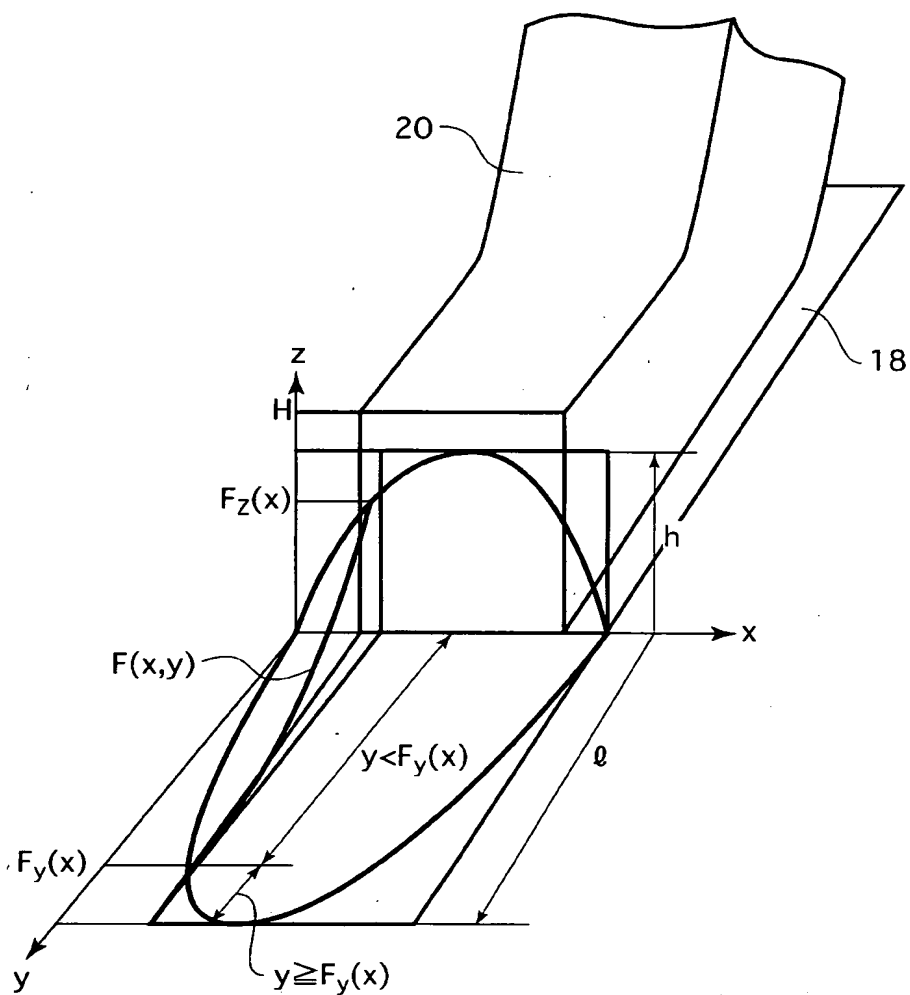


(B)



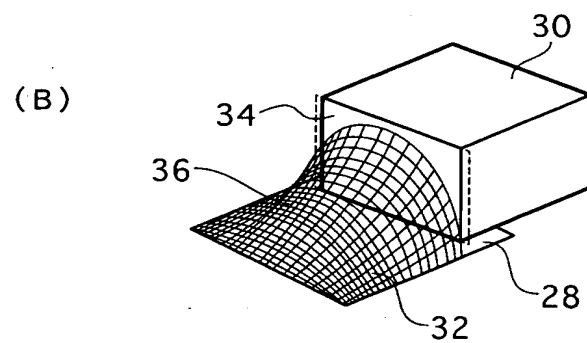
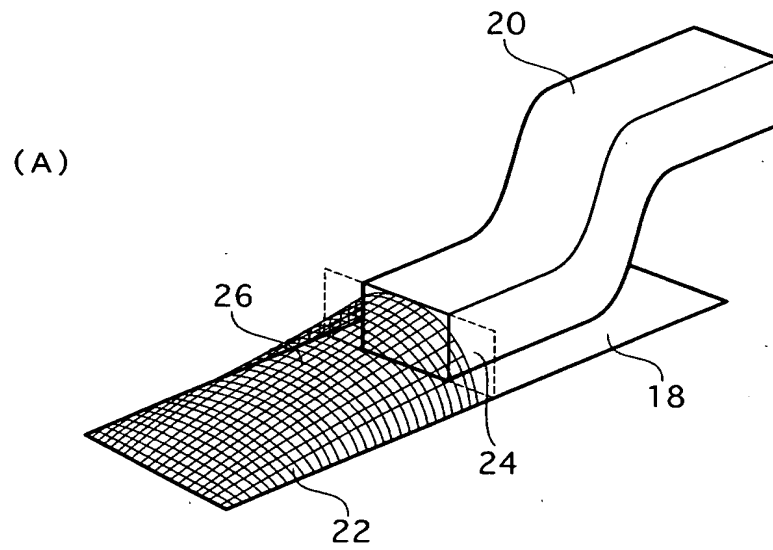
【図 8】

3次元半田形状モデルの計算方法









【図 9】

半田形状モデル例



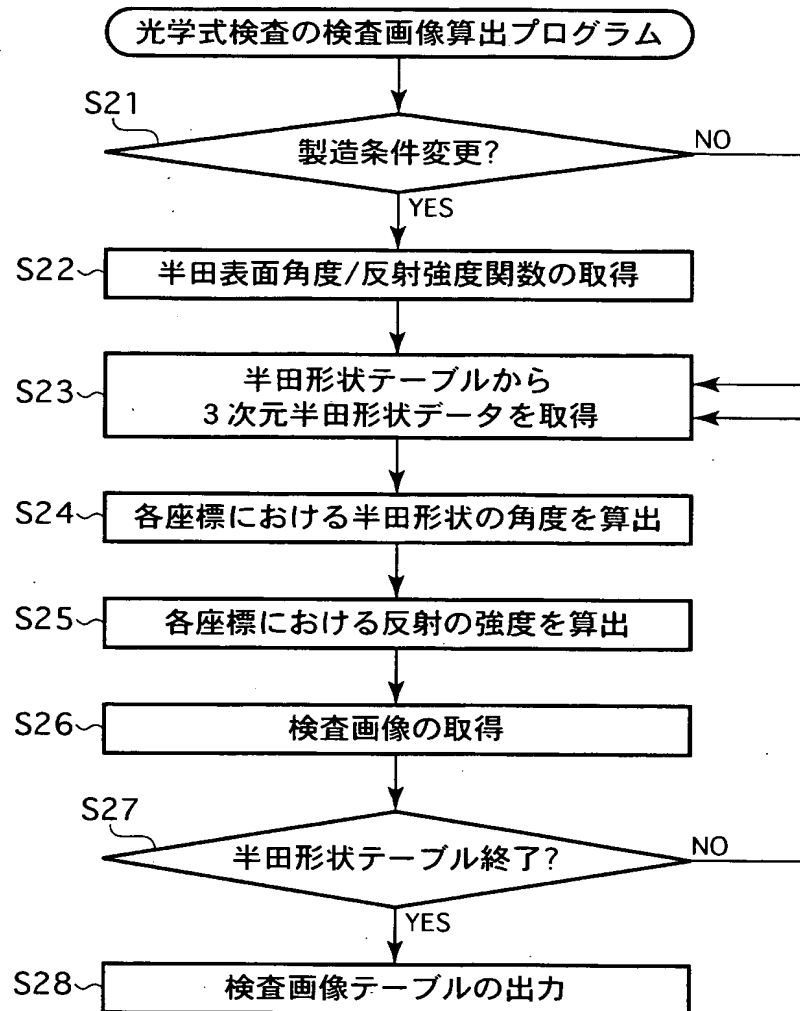
【図 10】

半田形状テーブル出力例

半田形状テーブル						
縦ずれ	横ずれ	基本形状	ぬれ上がり率	ぬれ広がり率	半田量	半田形状
0	0	1-1-1	100%	100%	1416	
0	0	2-1-1	100%	100%	1658	
0	0	3-1-1	100%	100%	2883	
0	0	4-1-1	40%	100%	1460	
-5	0	2-1-1	100%	100%	1410	
0	0	5-1-1	100%	100%	397	

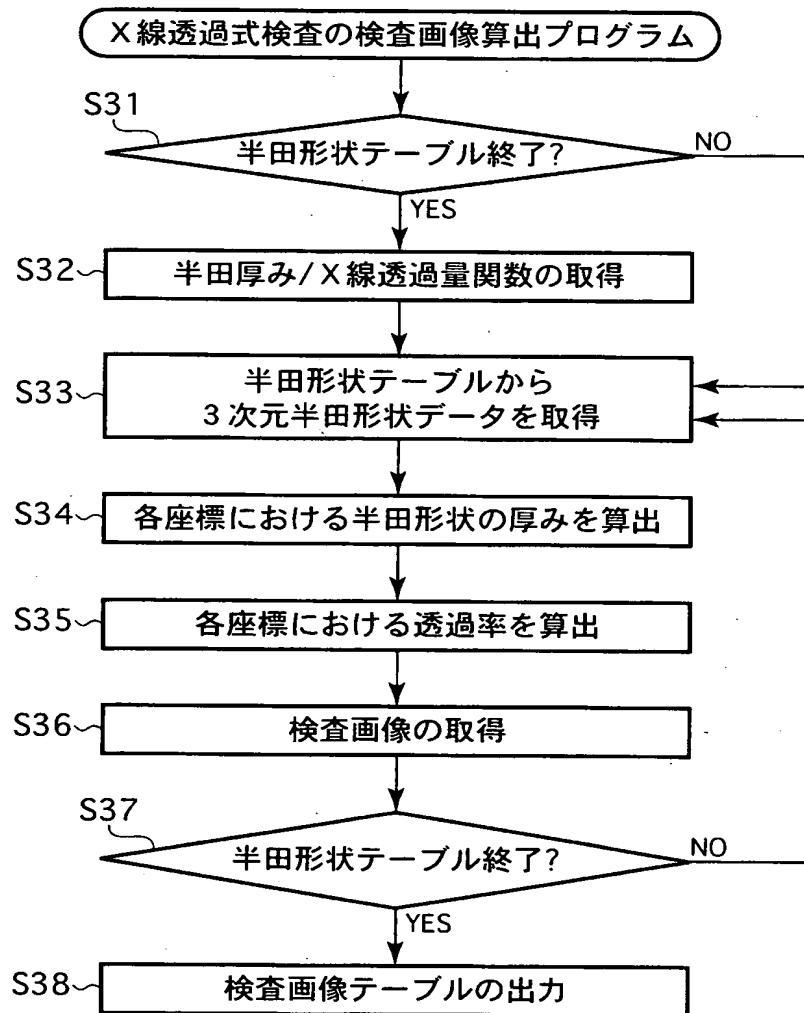
【図 11】

光学式検査の検査画像生成フロー



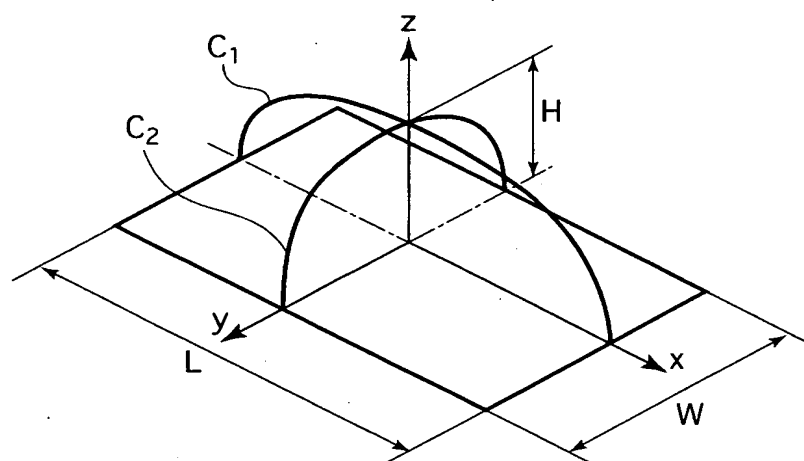
【図 12】

X線透過式検査の検査画像生成フロー



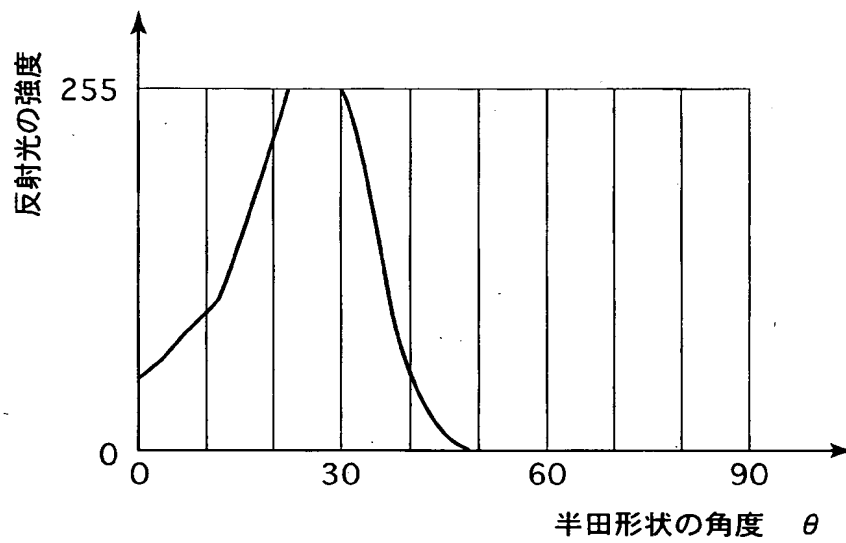
【図 13】

未実装個所の形状



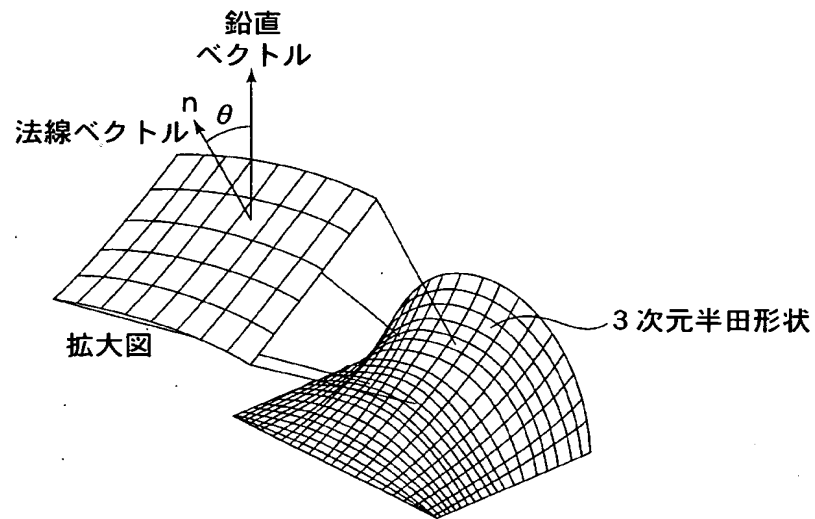
【図 14】

検査画像生成関数例



【図 15】

検査画像の生成手段



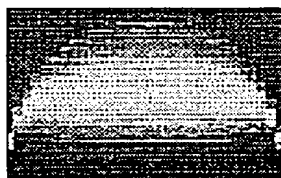
【図 16】

光学式検査の検査画像例

(A)



(B)



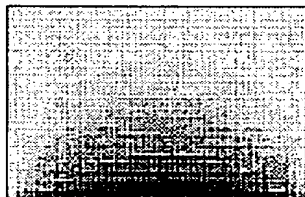
【図 17】

X線透過式検査の検査画像例

(A)

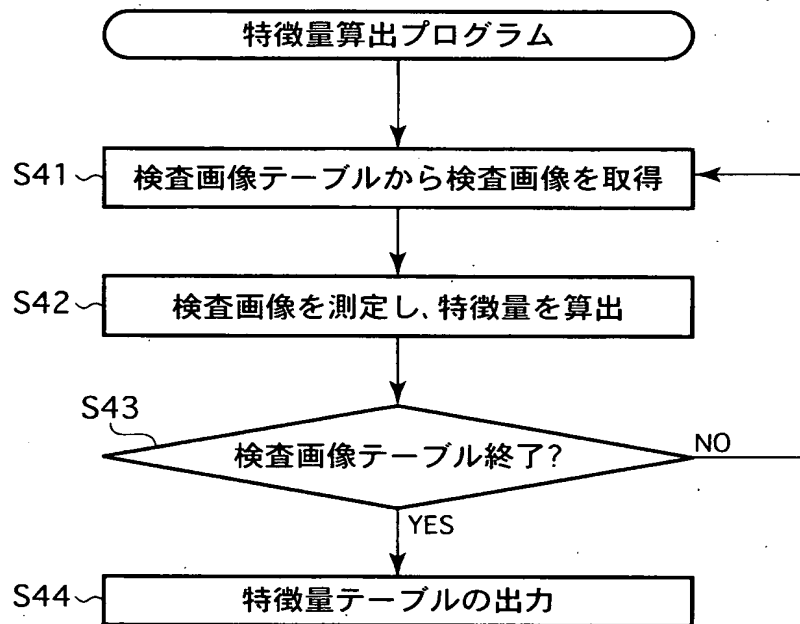


(B)



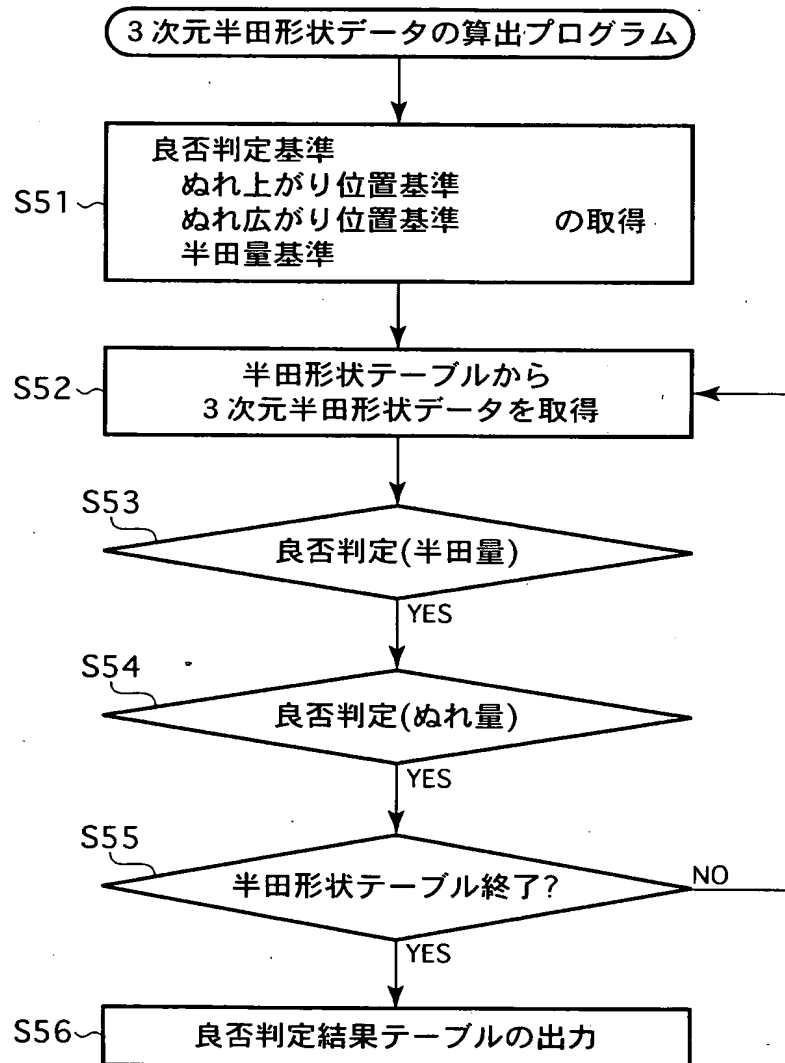
【図 18】

特徴量算出フロー



【図 19】

良否判定フロー



【図 20】

特徴量テーブル出力例

検査画像 テーブル	特徴量 テーブル			良否判定 テーブル		
検査画像	計測値 1	...	計測値 n	半田 不足	半田 過多	ぬれ 不良
	91	...	60	○	○	○
	44	...	13	○	○	○
	9	...	0	○	不良	○
	59	...	13	○	○	不良
	50	...	32	○	○	○
	100	...	0	不良	○	○

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 短期間での特徴量の取得を可能とする半田付け検査の特徴量算出装置を提供することである。

【解決手段】 半田付け検査の特徴量算出装置であって、検査対象の設計情報を入力する設計情報入力部と、検査基準を入力する検査基準入力部と、設計情報に応じた半田フィレットの形状情報を算出する半田形状算出部と、半田形状情報に基づいて検査画像を算出する検査画像算出部とを含んでいる。特徴量算出装置は更に、検査画像より特徴量を算出する特徴量算出部と、半田形状情報より検査基準を用いて半田形状の良否を判定する半田形状良否判定部と、特徴量及び良否判定結果を表示又は出力する特徴量出力部とを含んでいる。

【選択図】 図 1

職権訂正履歴 (職権訂正)

特許出願の番号	特願 2002-338141
受付番号	50201761026
書類名	特許願
担当官	伊藤 雅美 2132
作成日	平成 14 年 11 月 25 日

<訂正内容 1>

訂正ドキュメント

明細書

訂正原因

職権による訂正

訂正メモ

【図面の簡単な説明】の欄に記載された図番号【図 9】の説明の後の【10】を

【図 10】と記録しました。

訂正前内容

【図 9】

図 9 (A) はリード部品の半田形状モデルの一例を示す図、図 9 (B) はチップ部品の半田形状モデルの一例を示す図である。

【10】

半田形状テー

訂正後内容

【図 9】

図 9 (A) はリード部品の半田形状モデルの一例を示す図、図 9 (B) はチップ部品の半田形状モデルの一例を示す図である。

【図 10】

半田形状テー

次頁無

特願 2002-338141

出願人履歴情報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日 1990年 8月24日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
氏 名 富士通株式会社
2. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社